



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

14
EDICIÓN



“Por aquí es un camino...”

Vamos a compartir nuestras experiencias, logros, tropiezos y descubrimientos.



“Mantenimiento prescriptivo (RxM) Modelo de implementación”

Alain Castillo González

Especialista en Sistemas de Confiabilidad
Alain.Castillo@Emerson.com



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

Mantenimiento Prescriptivo

Antecedentes



BRÚJULA
SESIÓN

Iniciemos por el principio...

Definición de Mantenimiento:

Se define el **mantenimiento** como todas las acciones que tienen como objetivo preservar o restaurar un activo a un estado en el cual pueda llevar a cabo la función requerida.



Definición de Prescripción:

Acción de Indicar, Decretar o Fijar una acción.

“El medico me prescribió unas pastillas para la presión”

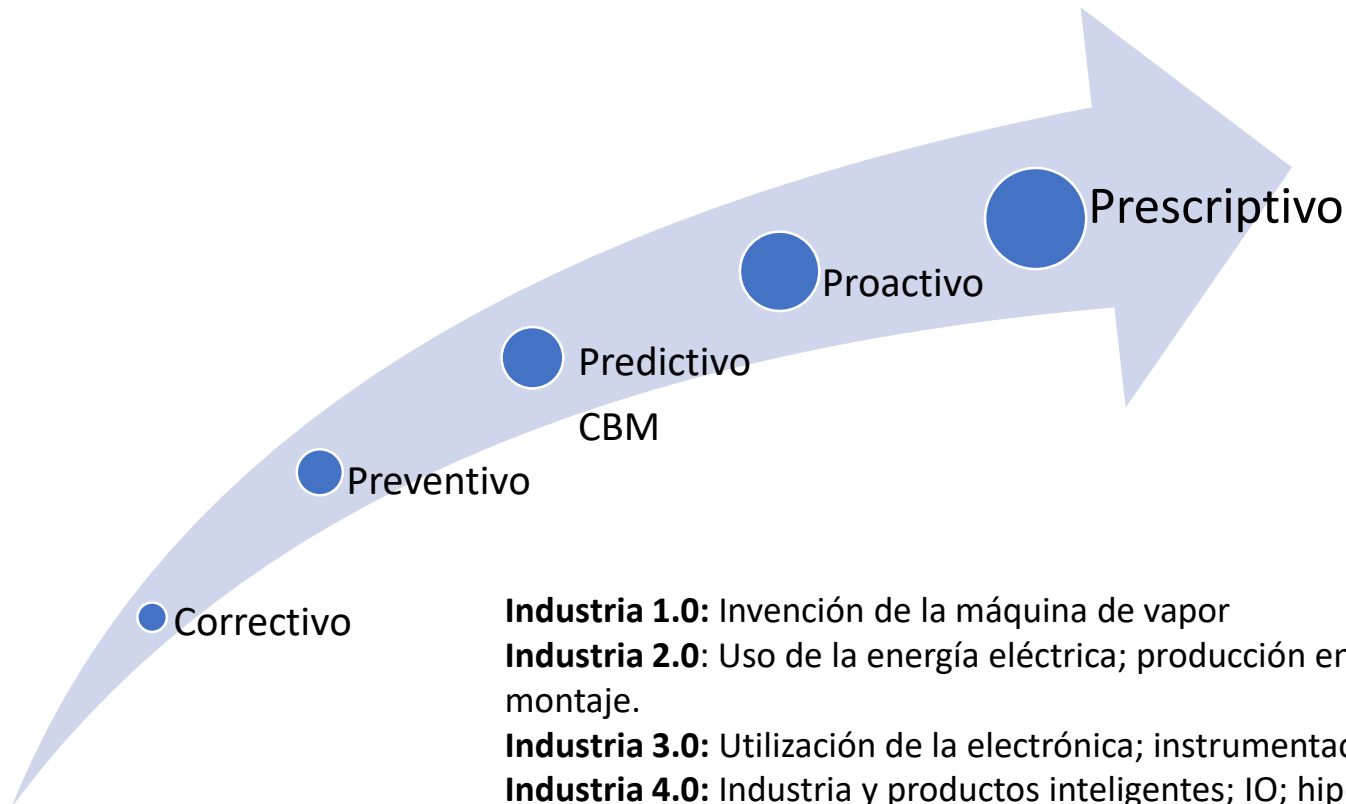
“El Jefe va prescribir la utilización de un nuevo formato de reporte”



Entonces, ¿Qué es Mantenimiento Prescriptivo (RxM)?

Mantenimiento Prescriptivo **RxM** es una **Evolución** del mantenimiento Proactivo, esta basado en la integración de las Tecnologías Operativas (**OT**) y la Tecnología de la Información (**IT**).

RxM se fundamenta en que en el mantenimiento industrial se apliquen las tecnologías de la **4ª Revolución Industrial**, denominada **Industria 4.0**





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

El **RxM** es una estrategia de mantenimiento basada en el análisis de grandes cantidades de datos, y ejecución de algoritmos, los cuales permiten realizar la detección de condiciones anormales (Identificación de Fallas) y generar recomendaciones para la corrección de dicha condición (Prescripción de la solución).



BRÚJULA
SESIÓN

Situación actual de la industria

- Menos personal.
- Mayor presión para cumplir cuotas de producción/costos.
- Mayor competitividad, hay que ser mas eficientes.
- Mayor uso de tecnologías de la información, conectividad.
- Falta de colaboración inter-departamental.
- Desconexión entre sistemas operativos e institucionales (OT e IT).
- Brecha generacional.
- Aversión a las nuevas tecnologías.
- Implementación no exitosa de programas de confiabilidad.
- Un Gran Etc...

Áreas de Oportunidad que brinda la Industria 4.0

La 4ª Revolución Industrial esta propiciando el uso de “nuevas” tecnologías, las cuales hasta hace poco tiempo eran de uso exclusivo de IT.

Estas tecnologías son hasta cierto modo de uso cotidiano, tan así que pasan de manera inadvertida en nuestro día a día.

En la actualidad se pueden aplicar para resolver problemas operativos (OT), los cuales requerían de un uso intensivo de recursos tanto tecnológicos como económicos para ser resueltos.



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

La oportunidad es:

***“Resolver problemas
de OT con tecnología
de IT”***



BRÚJULA
SESIÓN

Transformación Digital

Industria 4.0 Big Data Manufactura Colaborativa

Machine Learning

Drones / Robots

Inteligencia Artificial

Flujos de trabajo Automatizado

Industrial Internet of Things (IIoT)

Realidad Virtual

Cloud Analytics

Digital Twin

Ciberseguridad

Realidad Aumentada

Todas estas tecnologías funcionan como habilitadores para el desarrollo de nuevas soluciones

Big Data, Machine Learning & Cloud

Google

que es big da

que es big data

que es big data y para que sirve

Report inappropriate predictions

que es big data y **business intelligence**

Google Search

I'm Feeling Lucky

Report inappropriate predictions



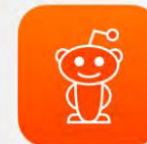
Google
Drive



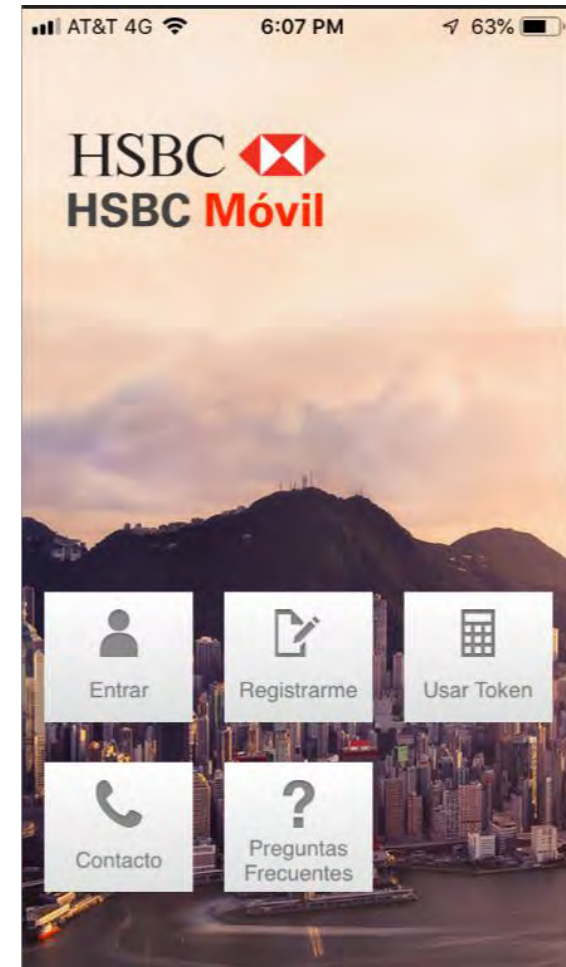
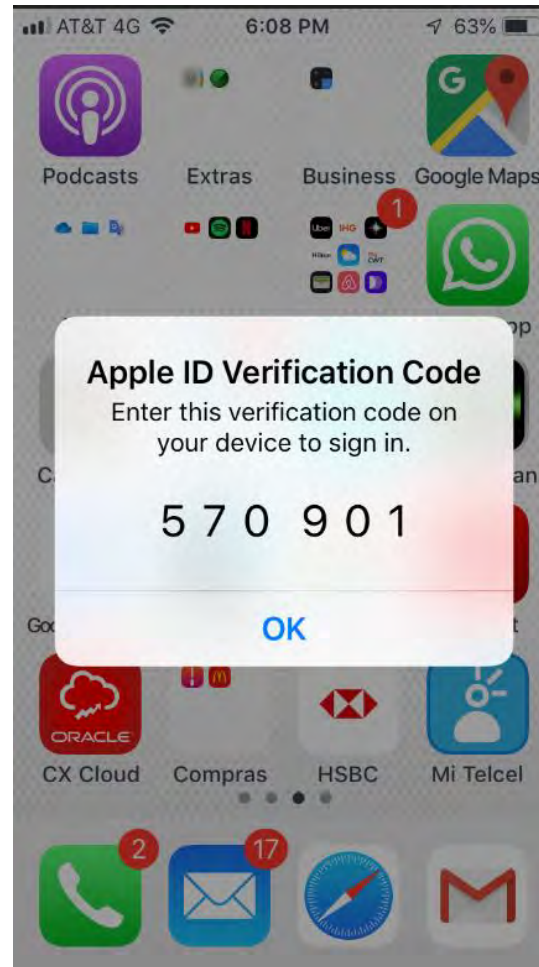
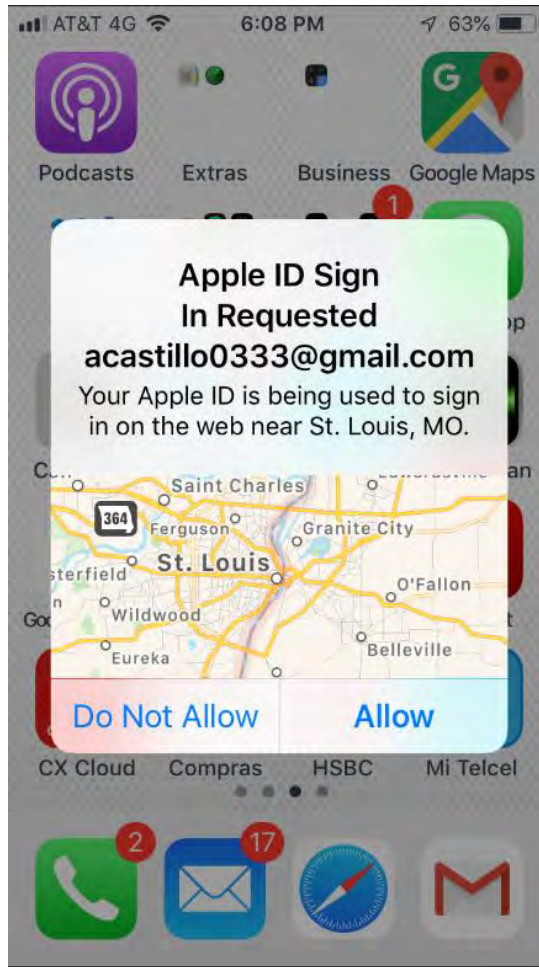
iCloud



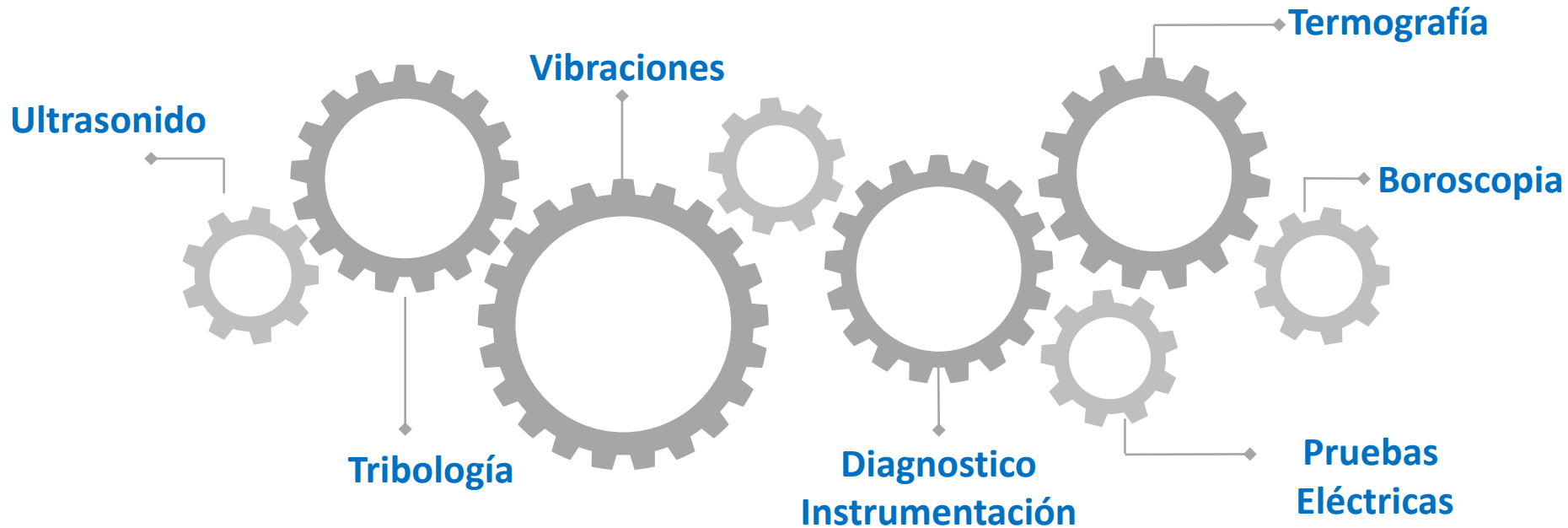
Dropbox



Ciberseguridad



Tecnologías actuales de PdM

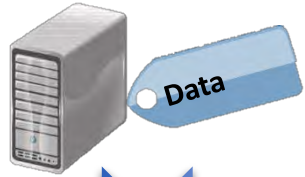


¿Cómo surge el RxM?

El RxM, surge de la necesidad de:

- Maximizar el uso eficiente de las tecnologías.
- Optimizar la utilización de recursos.
- Mejorar el tiempo de análisis, diagnóstico y emisión de recomendaciones.
- Retener y generar conocimiento.
- Eliminar silos de información.
- Aplicar conocimiento generado (RCM, FMECA, ACR, etc).
- Automatizar tareas repetitivas de análisis (detección automática de patrones).

Proceso de RxM



1

Obtención de
datos en tiempo
real

2

Identificación de
condición
operativa

3

Calculo de KPIs

4

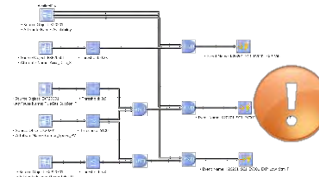
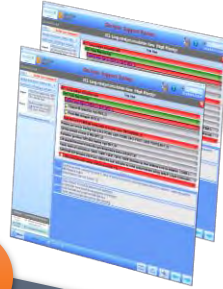
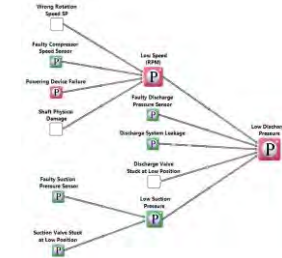
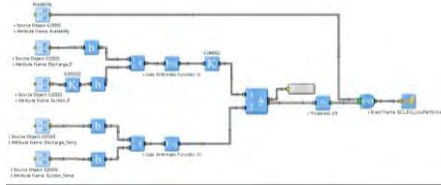
Detección de la
desviación

5

Análisis de Casusa
Raíz On Line

6

Generación de
Recomendaciones





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

¿Como implemento el RxM?



BRÚJULA
SESIÓN

Clasificación de datos y generación de modelos

La aplicación **del Big Data Analysis** en **RxM** permite analizar simultáneamente una gran cantidad de datos provenientes de diversos sistemas.

Otra ventaja es, que el análisis puede ser de diversos tipos de variables, no todas del activo en cuestión, sino también del proceso alrededor de el, y no solo las provenientes de las tecnologías de PdM, lo cual permite integrar y correlacionar parámetros de mantenimiento con operativos.



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

**El modelo de RxM esta
diseñado en base al
conocimiento y experiencia
que se tiene sobre el activo.**



BRÚJULA
SESIÓN

Paso 1: Fuentes y Preparación de Datos (Off Line Machine Learning)

Seleccione los datos de
las variables clave que
afectan al activo

Offline



Datos Historicos
PLC, DCS, SCADA
DTI's

Diagramas de Proceso
FMECA, RCM, ACR



Preparacion de los Datos

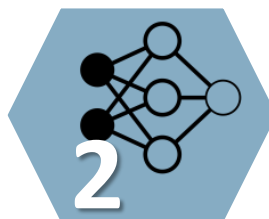
Cleaning



Clustering



Filtering



Model Building

Construcción del modelo
predictivo utilizando una
biblioteca de modelos estadísticos



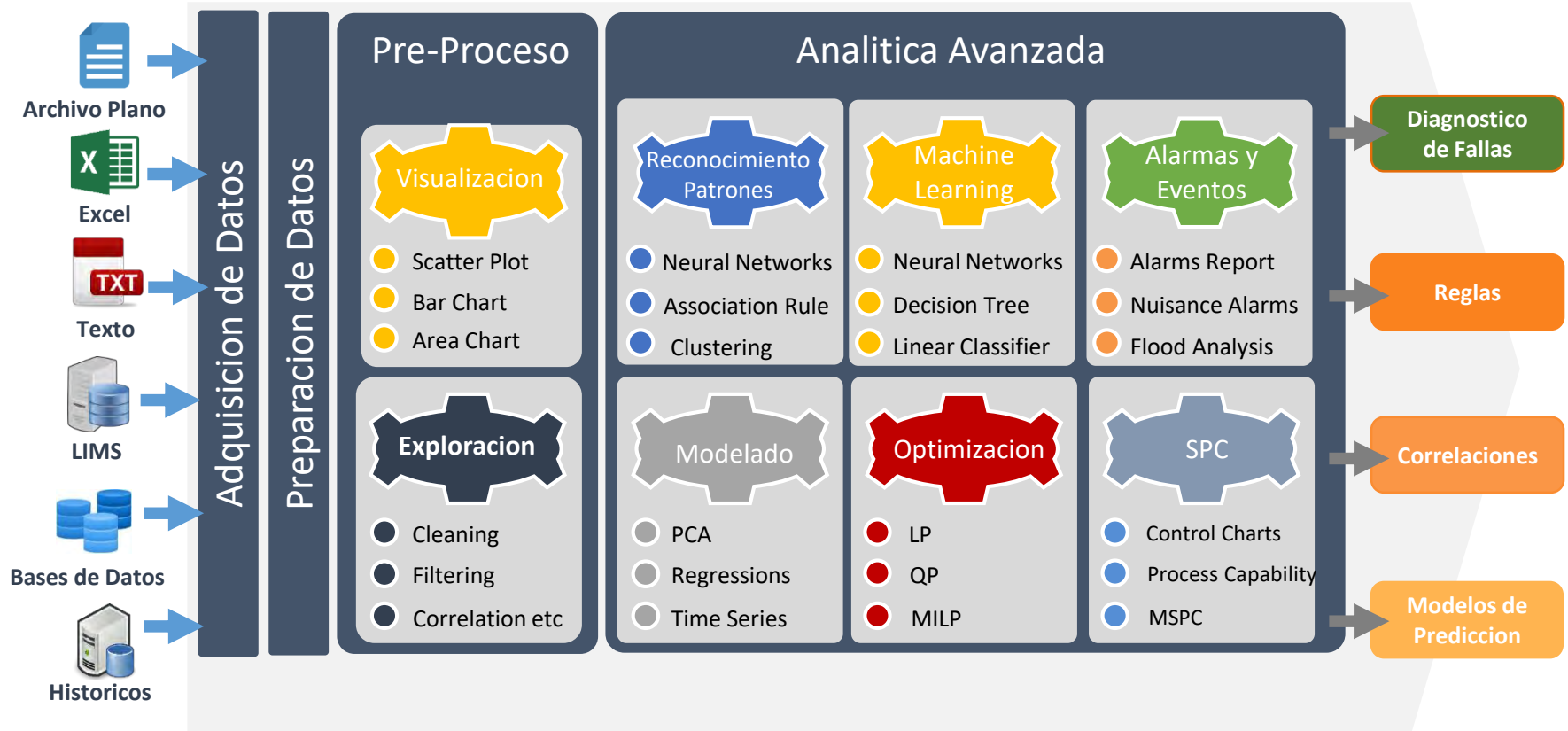
Model Validation

Validar la capacidad del
modelo para generar
resultados

Esta tarea la realiza el Científico de Datos o Data Scientist y es validada por los especialistas de Confiabilidad.

El objetivo es que el modelo sea capaz de identificar condiciones anormales y se valida con los datos históricos de falla.

Modelado Analítico





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

Por mas que parezca un proyecto de IT, el modelado off line debe ser validado por especialistas en operaciones, mantenimiento y confiabilidad.

El Científico de Datos es bueno modelando escenarios, pero no conoce sobre las condiciones operativas y modos de falla.



BRÚJULA
SESIÓN

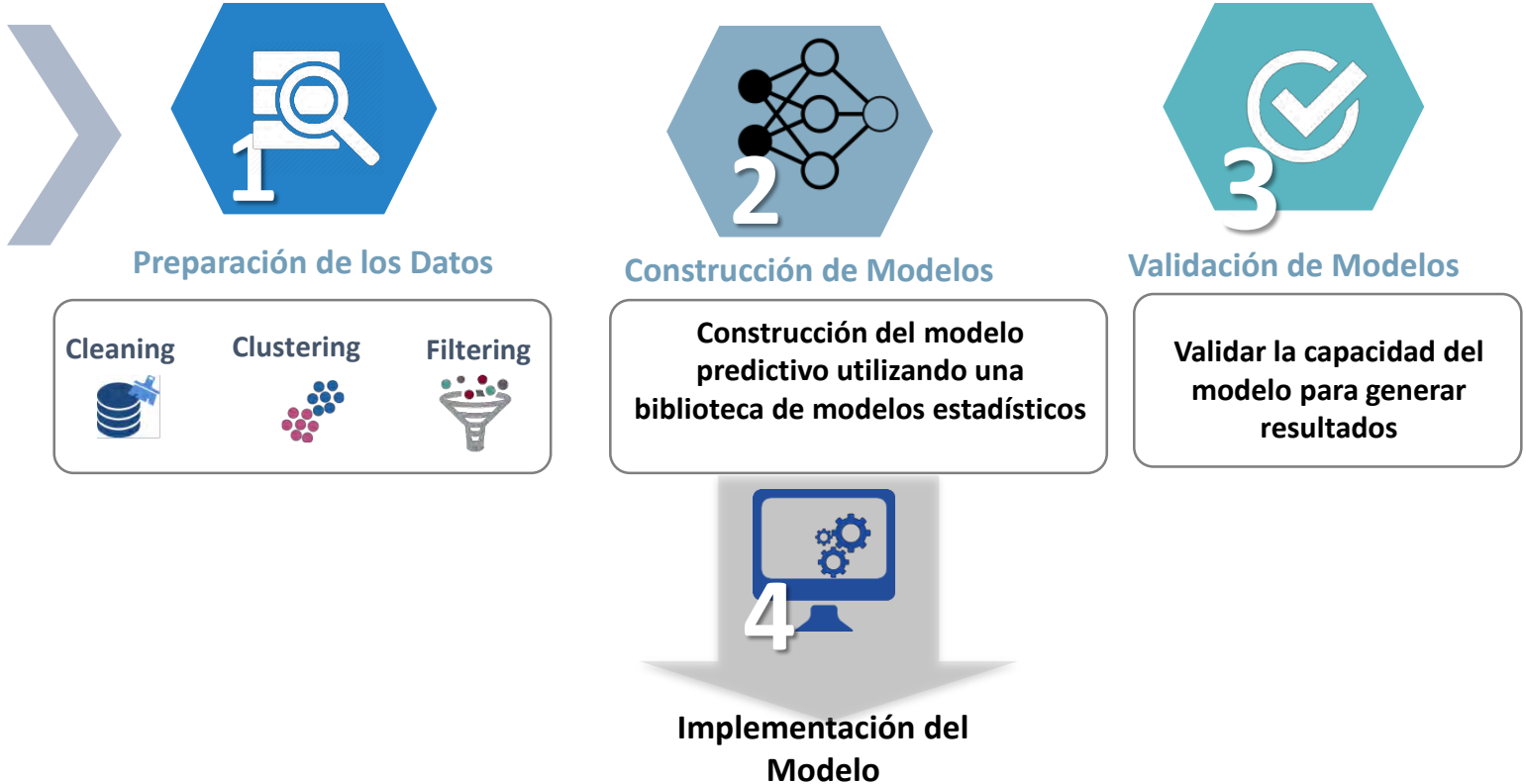
Paso 2: Implementación del Modelo

Offline



Datos Históricos
PLC, DCS, SCADA
DTI's

Diagramas de Proceso
FMECA, RCM, ACR



La implementación tiene por objetivo el poner On Line el modelo generado y entrenado Off Line.

En esta etapa se configuran las comunicaciones para obtener datos y que sean evaluados por el modelo en línea.

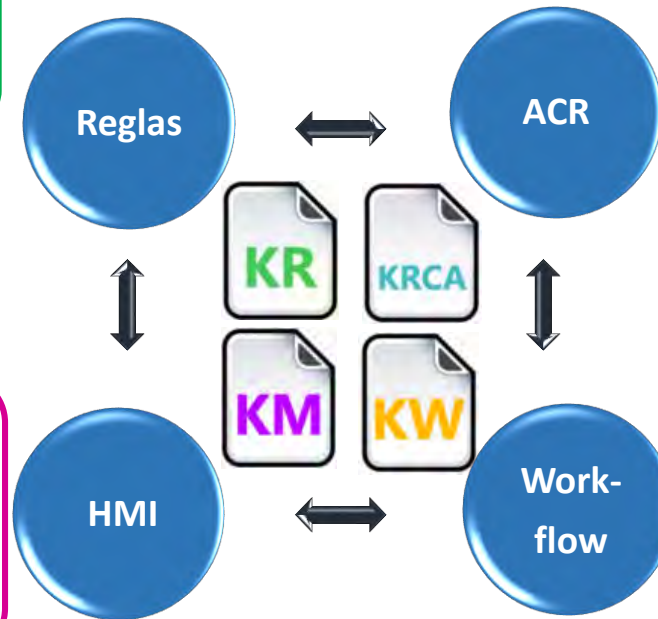
Paso 3: Re-Entrenamiento y Modelado On Line



Visión General On Line

Las reglas permiten la detección de eventos complejos y procesos en un lenguaje gráfico.

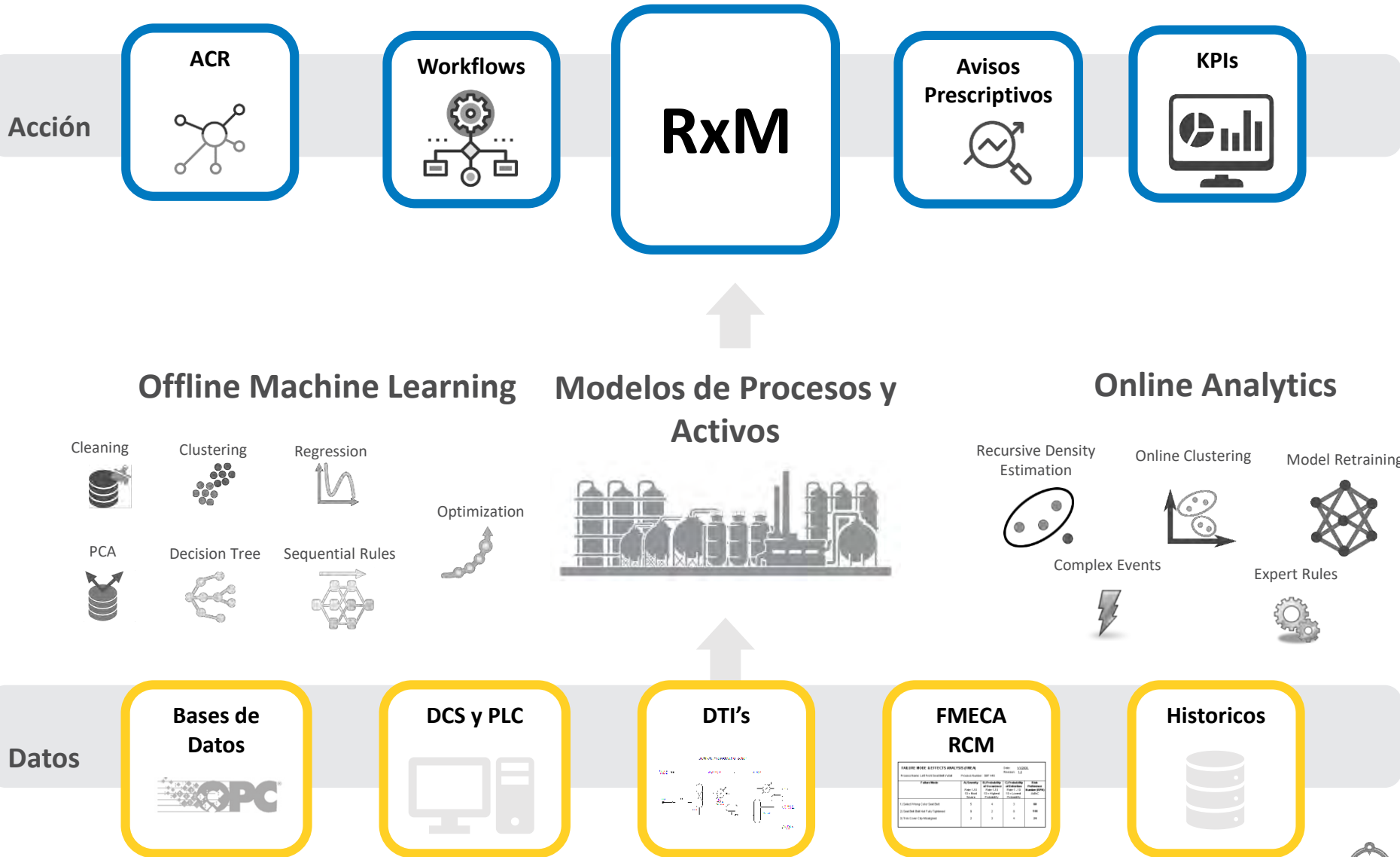
Se recomienda contar con una Home Page para representar gráficamente la planta o proceso utilizando los objetos gráficos del equipo.



Se pueden implementar modelos de árbol de fallas para automatizar el análisis de causa raíz para aplicaciones de diagnóstico.

Un Complemento es la creación de flujos de trabajo para automatizar las operaciones o guiar a las personas a través de procedimientos para aplicar las prescripciones.

Modelo Implementado





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

Casos de Estudio



BRÚJULA
SESIÓN

Generalidades del Proyecto



Objetivos

- Disminuir costos de Mantenimiento
- Incrementar Disponibilidad
- Mejorar Programación y Actividades de Mantenimiento durante los paros.
- Predecir Fallas Potenciales y Calcular Vida Remanente de los Activos.

El equipo de analistas de Ensco basados en Houston usaran el SW para prescribir acciones correctivas a las plataformas.

Enfoque NO supervisado

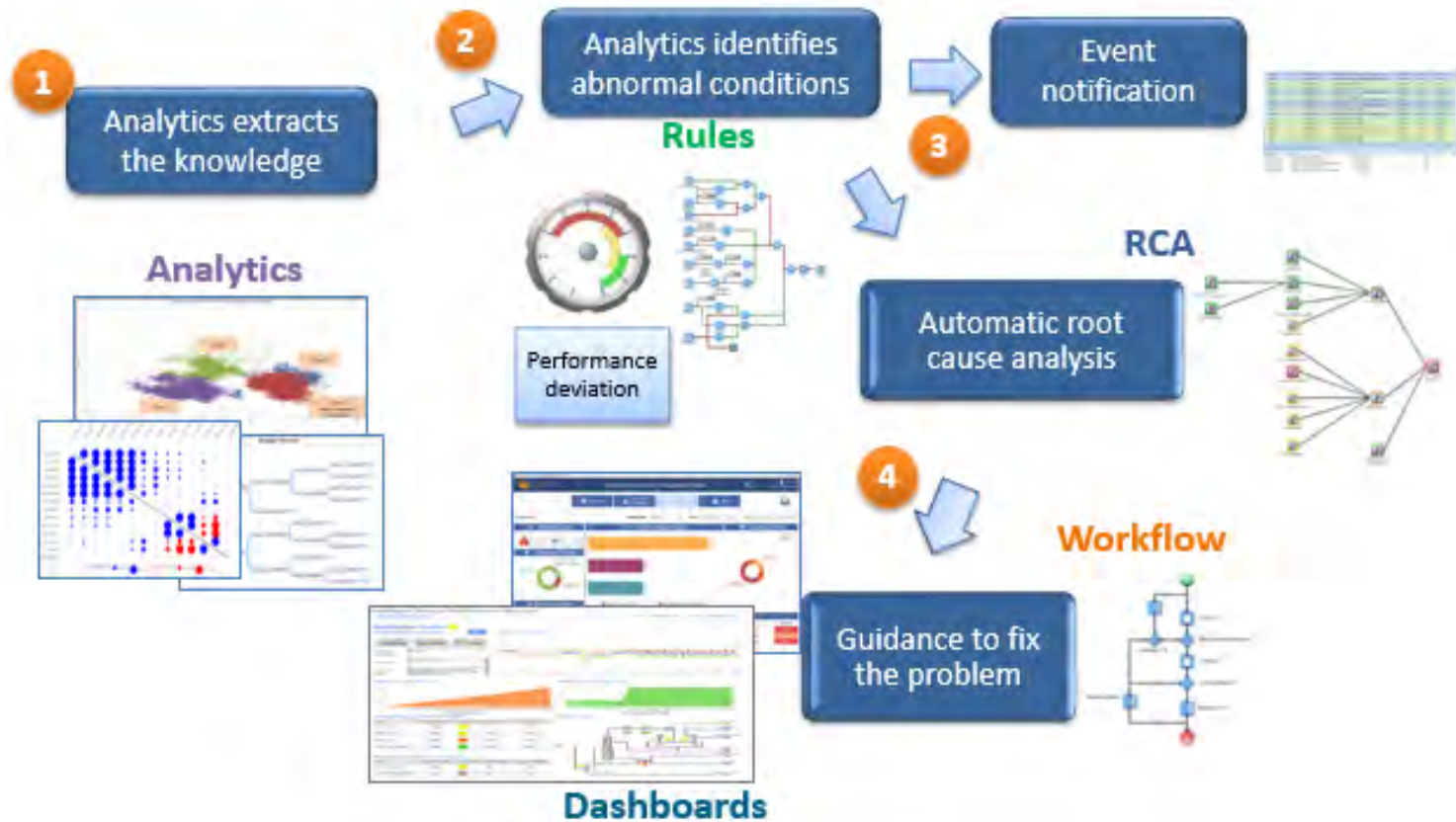
- Software para identificar modos de falla y calcular vida remanente
- Software para identificar cambios en los patrones de datos a partir de expectativas modeladas y experiencias previas.

Integración a OSI Pi

5 Modelos analíticos iniciales

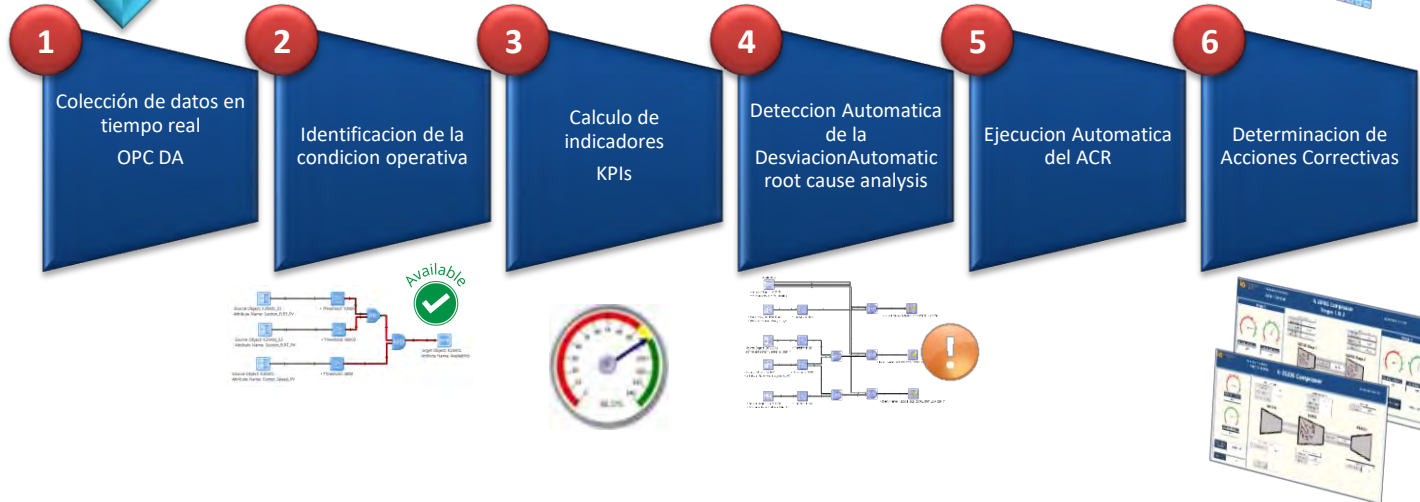
- 5 activos críticos en 5 plataformas (**BOP, Top Drive, Malacate, Manejo de Tuberías y Thrusters**)
- Modelo basado en RCM y referencia cruzada con API RP 8B

El concepto: conducir a la identificación de acciones correctivas

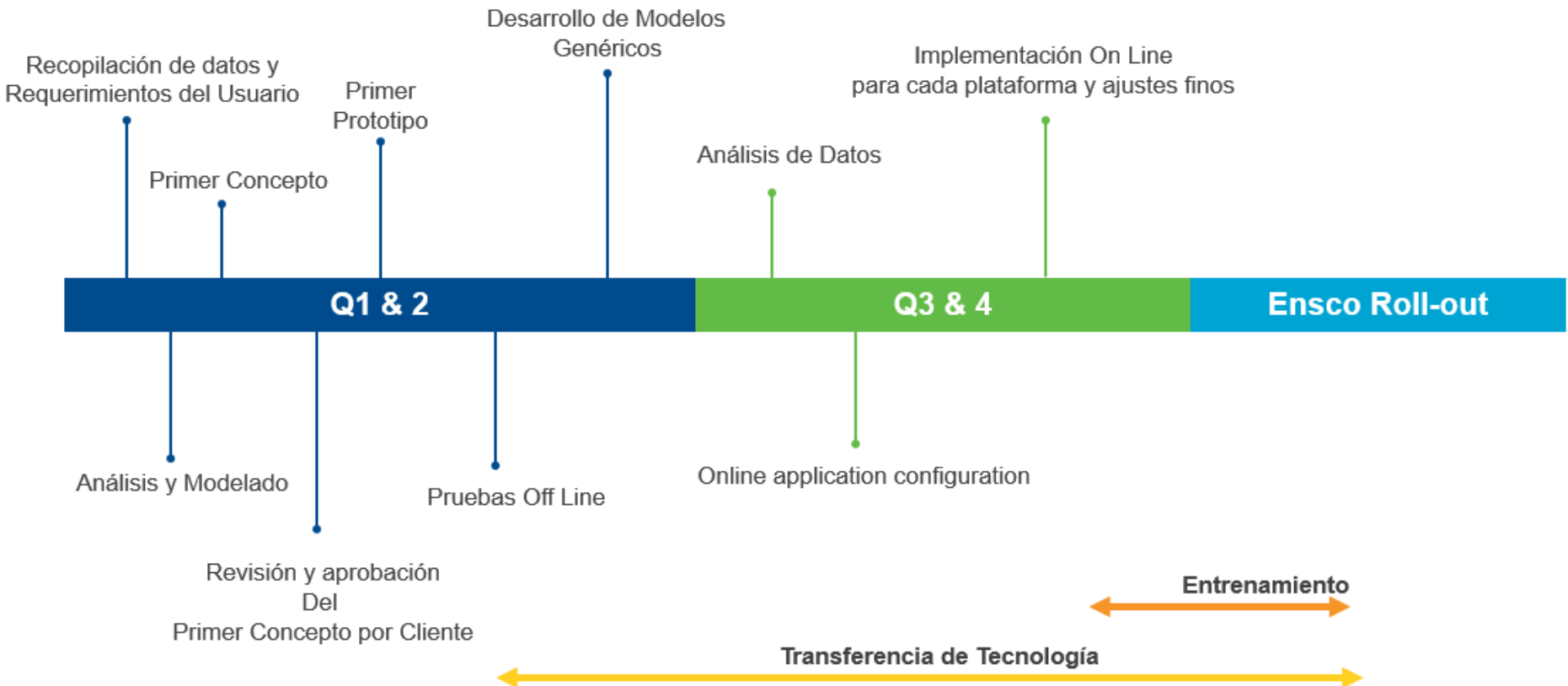


Se hará la
traducción de esta
diapositiva

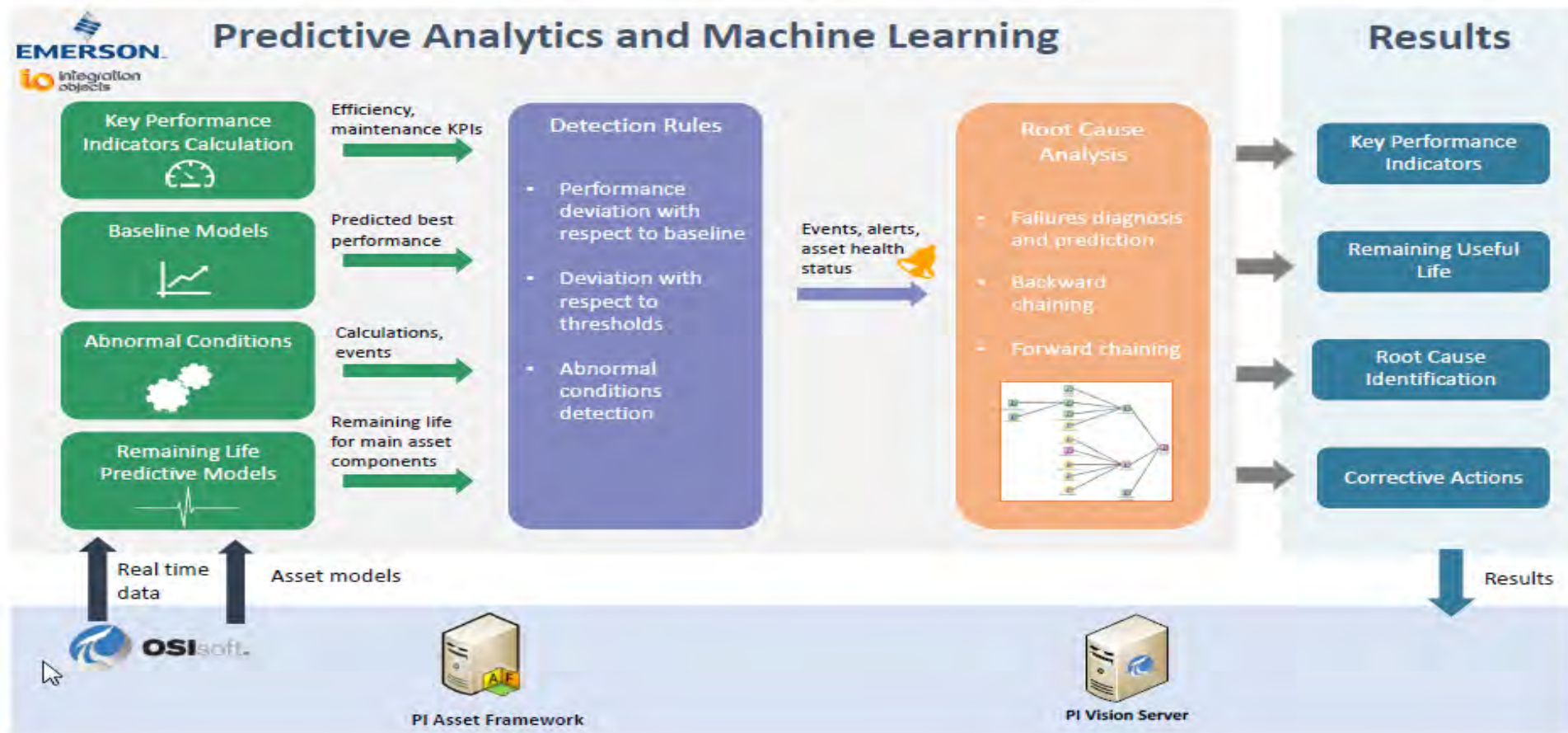
Datos en
Tiempo
Real



Ejecucion del Proyecto



Resultados



Control de inundación en torre de destilación

Retos

- El cliente estaba experimentando problemas de inundación de torres en varios sitios y procesos.
- Busca mejorar el control de nivel y la eficiencia de la torre utilizando análisis de datos, modelado y Machine Learning.
- El cliente desea un modelo genérico que se pueda personalizar para diversas aplicaciones y procesos para aprovechar el trabajo existente.

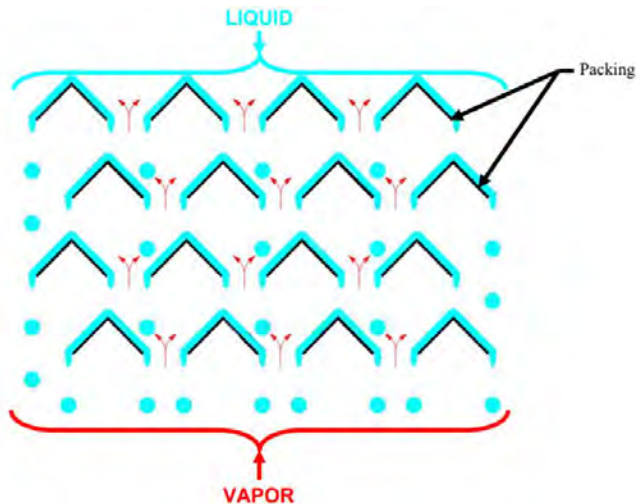
Alcance

- Consolidación y modelado de datos para control de nivel de torre y mejora de rendimiento.
- Integración de los árboles de fallas del cliente para desarrollar opciones de respuesta a la predicción de fallas Instalación de software de modelado en vivo para que el cliente monitoree las operaciones.
- Capacitación para ingenieros de clientes en desarrollo y aplicación de modelos.

Detección de inundación de Columna Desbutanizadora

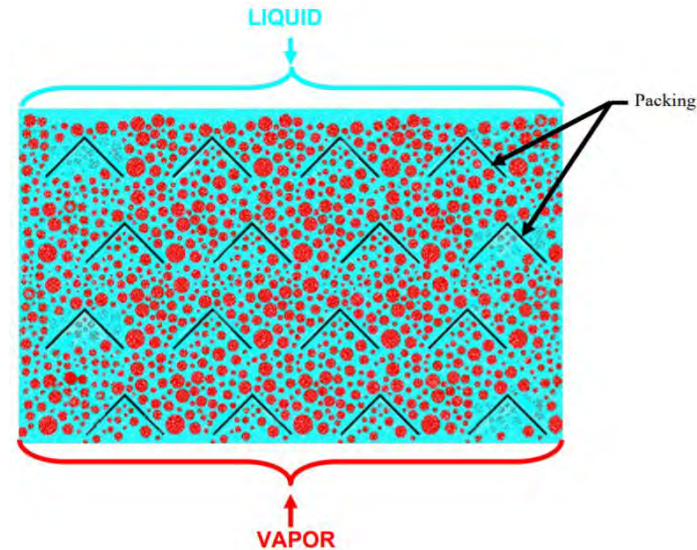
Condición Normal

El flujo de vapor es una fase continua con gotas de líquido que caen



Condición Anormal (Inundada)

El flujo de vapor se convierte en burbujas crecientes en fase líquida continua



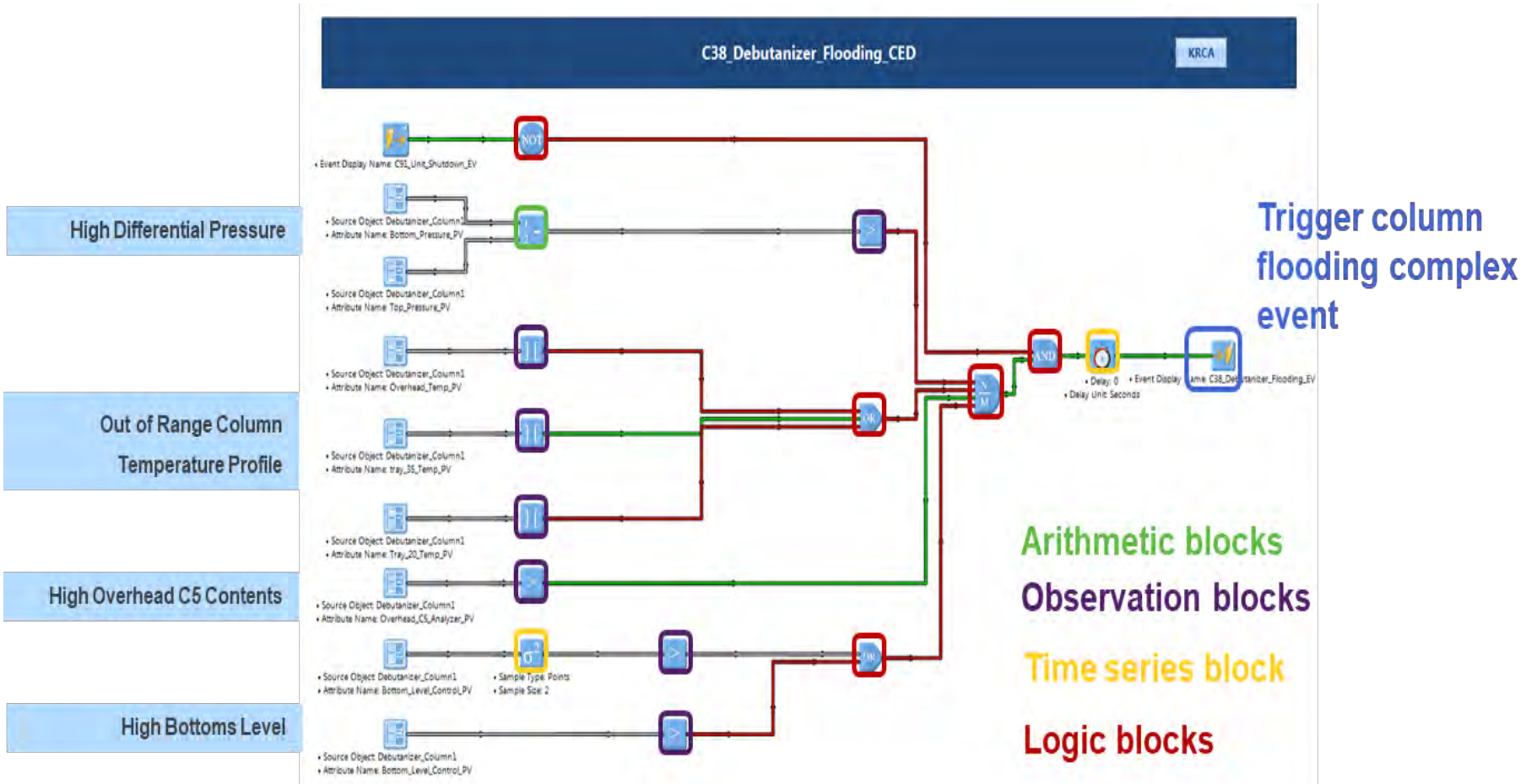
Sintomas para determinar inundación:

- Fuerte aumento de la presión diferencial (DP)
- Perfil de temperatura de columna fuera de rango
- Altos niveles inferiores
- Alto contenido de C5 sobrecarga

Resultados

- Se generaron modelos de datos genéricos para ser aplicado a torres operativas específicas.
- Identificación de posibles eventos de falla que permitieron mejorar la respuesta del control del nivel de la torre.
- Capacitación al cliente para que pueda construir y desarrollar modelos para otras torres.
- Mejora del rendimiento de la torre y prevención de inundaciones.

ACR On Line



Home Page

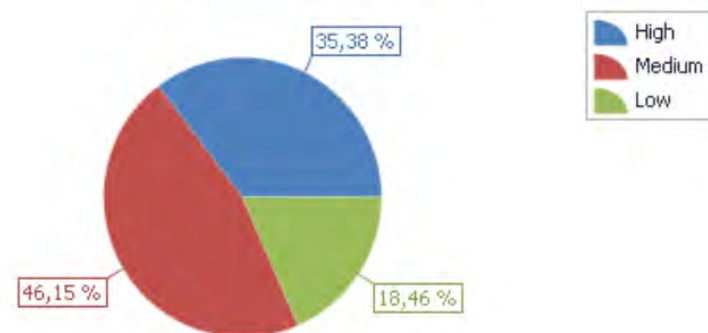
Integration Objects' Crude Distillation Alarms Expert

Overview Dashboards Fault Trees

Latest High Priority Problems

- ☐ 2015-02-17 14:00:44 - Flooding
Impact: Flooding may lead to loss of separation and off-spec products
Advice: To eliminate floods, it is better to lower the feed rate. Be patient and avoid sudden changes
- ☐ 2015-02-17 13:25:14 - Low Outlet Pre-heating Temperature
Impact: Low column inlet temperature affects the separation efficiency and may lead to off-spec products
Advice: Increase the outlet pre-heating temperature setpoint. If the temperature doesn't reach the normal range, then decrease the feed flow

Problems per Priority



| Acknowledged | Symptom | Root Cause | Equipment | Timestamp | Help |
|--------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------|
| | Low Outlet Pre-heating Temperature | Fouling | Pre-heating Train | 2015-02-16 14:22:30 | Help |
| | Flooding | Low Tower Pressure | Crude Distillation Tower | 2015-02-16 14:20:52 | Help |
| | Flooding | Low Pre-heating Efficiency | Fumace | 2015-02-16 14:19:45 | Help |
| | Low Fumace Efficiency | FG Valve Stuck at High Position | Fumace | 2015-02-16 14:15:28 | Help |
| | Low Outlet Pre-heating Temperature | High Hot Side Outlet Temperature | Pre-heating Train | 2015-02-16 14:10:12 | Help |
| | Low Fumace Efficiency | Low FG Temperature | Fumace | 2015-02-16 14:06:44 | Help |

User: Operator

2015-02-17 14:30:23



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

CONCLUSIONES



- La implementación de una estrategia RxM es un proyecto multidisciplinario, pero la integración de IT es vital para el éxito.
- El contar con datos e información de calidad es primordial; Usted ya lo sabe, dele al **sistema** buenos datos y nos dará buenos resultados, si lo alimentamos de malos datos nos dará

Malos resultados.

- Comience pequeño y crezca en grande; puede iniciar con una prueba de concepto y una vez validada replicar el modelo al resto de **sus** activos críticos.



BRÚJULA
SESIÓN



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

CONCLUSIONES



- El RxM por mas que parezca un proyecto de IT, no lo es, se requiere conocimiento de operaciones y confiabilidad para interpretar la información que se genera así como para crear los modelos.
- No hay que inventar el agua tibia, ya existen soluciones que integran modelos de los activos mas comunes, acérquese a las empresas que tienen conocimientos de la industria y que puedan proveerle de una solución con el menor riesgo.



BRÚJULA
SESIÓN



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

¡GRACIAS!

Alain.Castillo@Emerson.com

993 190 7968

¡Sigue este camino y encuentra el tuyo!



BRÚJULA
SESIÓN